

## К ПОИСКУ ОПТИМАЛЬНОЙ КОМПОНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА С ЗАМКНУТЫМ КРЫЛОМ

© 2012 Лазарев А.Ю.<sup>1</sup>, Семенов В.Н.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Московский физико-технический институт, г. Жуковский,

<sup>2</sup>Центральный аэрогидродинамический институт (ФГУП «ЦАГИ»), г. Жуковский.

## SEARCHING FOR OPTIMAL CONFIGURATION OF AIRCRAFT WITH ANNULAR WINGS

© 2012 Lazarev A.Y., Semenov V.N.

A variety of aerodynamic theories do not allow to organize the spatial synthesis of the optimal shape of the aircraft on a unified basis. The procedure for the synthesis of shape based on the FEM model, which is conjugate with the optimization and synthesis of constructive structure. The use of closed circuit and the curvilinear axis of the wing, allow to provide new opportunities to adapt the shape of wing, foils and aircraft to the flight regime

Летательный аппарат (ЛА) с замкнутой системой несущих поверхностей представляет одну из наиболее перспективных концепций конструктивно-силовых схем (КСС). Целесообразность ее использования связана с назначением ЛА, его задачами, режимами и условиями использования, потребностью в наличии дополнительных функций [1].

Теоретические работы последних лет показывают перспективность применения замкнутых схем на дозвуковых, сверхзвуковых и гиперзвуковых режимах полета. Однако, основополагающий принцип экспериментальной аэродинамики об «обратимости потоков», согласно которому величина, направление и точка приложения аэродинамических сил не зависят от того, обтекает ли тело потоком воздуха, или же оно движется в неподвижном воздухе, на практике выполняется весьма приближенно. В 1779 году Дюбуа обнаружил парадокс при использовании инвариантной смены системы отсчета: оказалось, что сопротивление пластинки перемещаемой в спокойной воде, и сопротивление неподвижной пластинки в канале с

проточной водой отличаются приблизительно на 30%. Этот эффект Н.Е.Жуковский объяснил влиянием стенок аэродинамической трубы. Существует разделение теоретической аэродинамики на дозвуковую и сверхзвуковую, причем проблемы некоторых разделов, например, акустики, решаются отдельно и иными методами. Учет сжимаемости потока, турбулентности, чисел Рейнольдса и Маха влияют на построение соответствующих теорий и методов расчета и к описанию одной и той же среды используются различные подходы. Аэродинамика превращается в искусство выбора методов, объяснения коэффициентов и трактовки результатов даже при расчете классического монопланного крыла.

Получение универсальной теории и единой аэродинамической расчетной модели остается перспективной целью. Разнообразие аэродинамических теорий не позволяет сегодня организовать пространственный синтез оптимального облика ЛА на единой основе.

В случае поиска и синтеза оптимальной компоновки ЛА с замкнутыми несущими поверхностями задача дополнительно усложняется

наличием интерференции аэродинамических поверхностей, их взаимным влиянием через скосы потока. Синтез многокритериально - оптимальной конфигурации ЛА требует определения уже на начальном этапе проектирования ЛА рациональных значений интегральных и локальных проектных параметров крыла. Интегральными геометрическими параметрами являются: удлинение, сужение, стреловидность, поперечное V, выносы продольной и вертикальной осей верхнего и нижнего крыла, а также углы установки крыльев относительно продольной оси, профили и крутка верхнего и нижнего крыла.

Процедура синтеза КСС строится на основе модели МКЭ, сопряженной с оптимизацией и синтезом КСС, то есть на базе строительной механики с ограничениями в виде сохранения и улучшения характеристик аэродинамики и управления полетом ЛА. При рациональном выборе проектных параметров ЛА с прямолинейными продольными осями элементов крыла интегральный выигрыш эффективности ЛА оценивается в 7%.

Использование рациональной криволинейности осей крыла (рис.1) повышает возможности снижения веса и увеличения жесткости ЛА (рис.2).

и нижнего крыла.

Процедура синтеза КСС строится на основе модели МКЭ, сопряженной с оптимизацией и синтезом КСС, то есть на базе строительной механики с ограничениями в виде сохранения и улучшения характеристик аэродинамики и управления полетом ЛА. При рациональном выборе проектных параметров ЛА с прямолинейными продольными осями элементов крыла интегральный выигрыш эффективности ЛА оценивается в 7%.

Использование рациональной криволинейности осей крыла (рис.1) повышает возможности снижения веса и увеличения жесткости ЛА (рис.2)

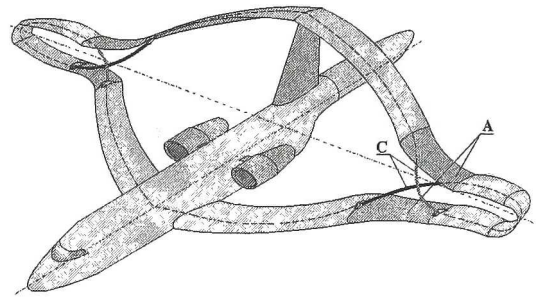


Рис.1. Вариант рациональной формы замкнутого крыла с криволинейной осью. Вариант разделения функций аэронесущей поверхности A и силовой балки-подкоса C на части крыла.

Замкнутость крылового контура открывает новые возможности адаптации облика и аэродинамических профилей ЛА к режиму полета, приводящих к различным целевым результатам: снижению экстремальной нагруженности конструкции, улучшению характеристик профиля крыла, реализации возможностей непосредственного управления подъемной и боковой силой и др.



Рис.2. Диаграмма изменения весовых составляющих при переходе к схеме замкнутого крыла

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волкович Дж. Комбинации крыльев прямой и обратной стреловидности. // Аэрокосмическая техника. N11, 1986, С.23-46.

Семенов В.Н. Конструкции самолетов замкнутой и изменяемой схем. М. ЦАГИ, 2006. 228 с.